



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 16 726.9  
**Anmeldetag:** 09. April 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Professor Dr.-Ing. Klaus Affeld,  
10629 Berlin/DE  
**Bezeichnung:** Infektionsschutzvorrichtung für  
Endoexo-Implantate  
**IPC:** A 61 B, A 61 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 08. April 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S. L. e'.

**Stremme**

## Patentansprüche

1. Infektionsschutzvorrichtung für Endoexo-Implantate 1 gekennzeichnet durch eine schlauchförmige Schutzmembran 2, die aus dem sterilen Bereich des Körperinneren heraus in den unsterilen Außenbereich bewegt wird und so an der Hautdurchtrittsstelle 6 eine Wandbewegung von innen nach außen erzeugt, die das gegenläufige Eindringen von Mikroben verhindert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schlauchförmige Schutzmembran 2 mit dem Endoexo-Implantat 1 an ihrem einen Ende fest und hermetisch dicht an der Stelle 3 verbunden ist und sich andererseits im Körperinnern nach der Art einer Rollmembran abrollen kann oder ausfalten kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die schlauchförmige Schutzmembran 2 im Außenbereich durch die Zugvorrichtung 5 gezogen und auf diese Weise aus dem Körperinneren herausbewegt wird.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Herausziehen der schlauchförmigen Schutzmembran 2 automatisch und definiert erfolgt.
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die schlauchförmige Schutzmembran 2 in ihrer Oberfläche und Materialeigenschaft so beschaffen ist, daß sie von körpereigenen Zellen bewachsbare ist.
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der schlauchförmigen Schutzmembran 2 biologisch wirksame Stoffe enthält.

## **Infektionsschutzvorrichtung für Endoexo-Implantate**

Die Erfindung betrifft eine Infektionsschutzvorrichtung für Endoexo-Implantate.

Endoexo-Implantate sind Implantate, die auf der einen Seite im Körperinneren verankert sind und sich auf der anderen Seite außerhalb des Körpers befinden. Dies bedeutet, daß die Endoexo-Implantate die Haut durchdringen. An dieser Hautdurchtrittsstelle können Mikroben eintreten und sich entlang der Oberfläche des Endoexo-Implantats bewegen und ins Körperinneren eindringen. Hierbei besteht die Gefahr, daß Infektionen auftreten. Durch sorgfältige Pflege der Stelle der Hautdurchdringung kann man diese zwar in Grenzen beherrschen, jedoch müssen immer wieder Endoexo-Implantate wegen Infektionen explantiert werden.

Ein Beispiel für ein Endoexo-Implantat ist der Fixateur Extern, der für die Stabilisierung von Knochenbrüchen eingesetzt wird. Hierbei wird eine Metallschraube in den Knochen eingeschraubt. Das andere Ende der Schraube, das außerhalb des Körpers liegt, wird mit einem Bügel verschraubt. Meist werden je Bruch vier Schrauben eingesetzt. Der Bügel verbindet die beiden, durch den Bruch getrennten Enden des Knochens und stabilisiert so den Knochenbruch. Nach der Heilung werden die Schrauben wieder entfernt. Häufig behindert jedoch eine Infektion den Heilungsprozeß. Die Tatsache, daß vier Schrauben eingesetzt werden erhöht hierbei die Gefahr einer Infektion.

Ein anderes Beispiel ist ein Endoexo-Implantat für die postoperative Versorgung nach einer Amputation. Hier kann es vorkommen, daß die Amputation nur einen kurzen Stumpf gestattet, an dem eine herkömmliche Arm- oder Beinprothese nicht befestigt werden kann. Man kann jedoch mit einem Endoexo-Implantat das Problem lösen. Es wird mit seinem einen Ende im Knochen verankert und ragt mit dem anderen Ende aus dem Körper heraus. An diesem Ende kann man die Prothese befestigen. Auch hier besteht die Gefahr einer Infektion.

Ein weiteres Beispiel ist ein Endoexo-Implantat aus dem Bereich der Inneren Medizin. So erfordert die Peritonealdialyse eine dauerhaft in der Bauchwand implantierte Leitung. Mit ihrem einen Ende liegt sie im Bauchraum und mit dem anderen Ende ragt sie aus dem Körper heraus. Durch diese Leitung wird die Dialyseflüssigkeit von außen in den Körper eingeleitet und auch wieder herausgeleitet. Auch hier besteht die Gefahr einer Infektion.

Ein weiteres Beispiel ist ein Endoexo-Implantat aus dem Bereich der Kardiochirurgie. Bei den meisten künstlichen Herzunterstützungssystemen ist die Zuleitung von pneumatischer oder elektrischer Energie von außen erforderlich. Dies erfolgt ebenfalls durch eine Leitung, die an ihrem einen Ende mit dem implantierten Herzunterstützungssystem verbunden ist und mit

ihrem anderen Ende mit der Energiequelle außerhalb des Körpers. Auch hier besteht die Gefahr einer Infektion.

In allen Fällen erfordert eine Infektion, die tief in den Körper eingedrungen ist, eine Operation zur Entfernung des Endoexo-Implantats.

Die Infektion an einem Endoexo-Implantat bildet sich zuerst an der Grenze, an der sich die drei Phasen Implantat, Körpergewebe und keimhaltige Außenwelt treffen. Dies ist der Bereich, an der das Endoexo-Implantat die Haut durchtritt. Die Keime können an dieser Hautdurchtrittsstelle zunächst durch häufige Reinigung und durch äußere Bakteriostatika beherrscht werden. Bei einem längeren Verweilen bilden viele Keime jedoch einen Biofilm auf der Oberfläche des Endoexo-Implantats. Dieser Biofilm ist eine Schicht von Keimen, die sich am Kanalmaterial anhaftet und sich gegen die Körperabwehr durch eine Schleimschicht schützt. Da der Körper diesen Biofilm nicht durchdringen kann, kann er die Infektion nicht wirksam bekämpfen. Der Biofilm hat weiterhin die Eigenschaft sich auszudehnen. Er wächst in Richtung der Nährstoffquelle, in diesem Fall in die Richtung des Körperinneren. Dadurch bildet sich eine Tasche, die schwierig zu reinigen ist und die leicht zu einer größeren Infektion führen kann.

In der Offenlegungsschrift DE 37 29 253 A1 wird zur Vermeidung des Infektionsrisikos eine Manschette am Endoexo-Implantat im Bereich des Hautdurchtritts angebracht. Diese Manschette ist in der Lage, Antibiotika abzugeben und so die Mikroben zu bekämpfen. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß diese Vorrichtung nur kurze Zeit wirksam bleibt, weil sich eine Resistenz der Mikroben herausbildet.

Weiterhin sind Vorrichtungen bekannt geworden, bei denen Manschetten mit Silber oder mit Silberverbindungen beschichtet worden sind. Aber auch hier hat man die Ausbildung von Resistenzen beobachtet.

In der Patentschrift DE 197 28 489 A1 wird die Katheteroberfläche mit einem organischen Gewebe aus Kollagenfasern oder Kollagen-Polymerfasern beschichtet. Die Idee ist, daß das natürliche Kollagen sich günstig auf das Einwachsen und dauerhafte Gedeihen des natürlichen Körpergewebes auswirkt. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß auch diese Maßnahme Infektionen nicht verhindern kann.

Weiterhin sind Infektionsschutzvorrichtungen bekannt, bei denen man durch eine leichtbewegliche Struktur an der Hautdurchtrittsstelle die Einwirkung von mechanischen Kräften auf die anhaftenden Zellen verringern möchte. Dies ist näher dargestellt in einer Arbeit des Anmelders (Große-Siestrup, Ch., Affeld, K.: Design criteria for artificial percutaneous devices, Journal of Biomedical Materials Research, Vol 18, 357-382 (1984)). Die Erfahrung

zeigt jedoch, daß auch diese Maßnahme auf Dauer eine Infektion nicht verhindern kann.

In der Patentschrift DE 198 52 848 A1 wird die Katheteroberfläche mit einem Infektionsschutzmantel umgeben, der im Körper gebildet wird und gleichförmig oder in Schüben herausgeschoben wird. Es liegen jedoch noch keine Erfahrungen über die Wirksamkeit dieser Maßnahme vor. Weiterhin kann dieser im Körper sich bildende Infektionsschutzmantel nicht mit den modernen Methoden der Biomaterialtechnik wie beispielsweise der Plasmabehandlung in seiner Bioverträglichkeit verbessert werden. Diese Methoden erfordern, daß das Material in ein Vakuum gebracht wird oder aber hohen Temperaturen ausgesetzt wird.

Allen diesen Infektionsschutzvorrichtungen ist gemeinsam, daß sie auf Dauer eine Infektion und ein Eindringen von Keimen in den Körper nicht verhindern können. Sie sind mit Komplikationen verbunden und gefährden den Patienten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die oben erwähnten Nachteile der bisherigen Lösungen zu vermeiden und die Aufgabe auf technisch bessere Weise zu lösen.

Dies wird dadurch erreicht, daß das Endoexo-Implantat 1 eine schlauchförmige Schutzmembran 2 besitzt, das auf der einen Seite 3 hermetisch dicht an dem Endoexo-Implantat 1 befestigt ist und an seiner anderen Seite 4 durch eine Vorrichtung 5 gleichförmig oder stufenweise in zeitlichen Abständen vom Körperinneren nach außen bewegt wird. Dadurch wird erreicht, daß das körperfremde Material in der Form der schlauchförmigen Schutzmembran 2 sich an der infektionsgefährdeten Hautdurchtrittsstelle 6 aus dem Körper herausbewegt. In technischer Weise wird so ein Vorgang nachgeahmt, der im Körper auf natürliche Weise erfolgt, so beim Herauswachsen von unbelebten natürlichen Bildungen, wie von Haaren und Fingernägeln. Der sich im Bereich der Hautdurchtrittsstelle bildende Biofilm wird auf diese Weise aus dem Körper herausbewegt und kommt in nährstoffarme und trockene Bereiche, in denen er abstirbt. Diese schlauchförmige Schutzmembran 2 umgibt also das eigentliche funktionstragende Element - beispielsweise eine Knochenschraube - und trennt es vom umgebenden Gewebe. Die schlauchförmige Schutzmembran 2 wird im Körperinneren wie eine Rollmembran abgerollt, oder ist im Körperinneren gefaltet oder wird aus einem Reservoir im Körperinneren herausgezogen. Dabei ist die Länge der faltbaren Schutzmembran 2 grundsätzlich begrenzt und damit auch der Zeitraum, währenddessen sie herausgezogen werden kann. Dies ist jedoch bei den meisten Anwendungen kein Nachteil, weil der Zeitraum durch andere, nämlich medizinische Gründe ohnehin begrenzt ist.

Dem Material der schlauchförmigen Schutzmembran 2 können ferner Substanzen beigemischt werden, die biologisch wirksam sind und die das Endoexo-Implantat vor Infektionen schützen. So können Antibiotika beigemischt werden, die dann im Körper durch Diffusion ins

umgebende Gewebe eindringen und es sicher keimfrei halten. Der Gefahr der oben angeführten Resistenzbildung kann dadurch begegnet werden, daß ringweise wechselnde Antibiotika aufgebracht werden. Andere Substanzen können das Anhaften der Zellen an der schlauchförmigen Schutzmembran fördern. Das Anhaften der Zellen kann weiterhin durch eine vergrößerte Oberfläche gefördert werden.

Die schlauchförmige Schutzmembran 2, die in der oben beschriebenen Weise beständig oder in Abständen aus dem Körper herausbewegt wird, wird dann in Abständen - wiederum ähnlich den natürlichen Bildungen wie Haar und Fingernagel - mechanisch abgetrennt und so gekürzt oder auch aufgerollt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß Infektionen im ganzen Bereich des Endoexo-Implantats 1 vermieden werden können.

Figur 1 zeigt eine Ausbildung der Infektionsschutzvorrichtung für ein Endoexo-Implantat 1 in einem Querschnitt eines Oberschenkels. Das Endoexo-Implantat 1 ist hier eine Knochenschraube zur Stabilisierung eines außerhalb der Zeichnungsebene liegenden Knochenbruchs. Die Schraube ist in den Knochen 7 eingeschraubt und durchdringt die Muskeln 8 und weiterhin die Haut 9 und reicht an der Hautdurchtrittsstelle 6 in den Außenbereich. Der ganze Bereich im Körperinnern kann bei sachgemäßer Implantation als steril betrachtet werden. Der Außenbereich muß dagegen als unsteril betrachtet werden. An der Schraube ist an der Stelle 3 die schlauchförmige Schutzmembran 2 hermetisch befestigt, sodaß hier keine Mikroben hindurchdringen können. Durch die Zugvorrichtung 5 kann die schlauchförmige Schutzmembran 2 aus dem Körper herausbewegt werden und rollt sich so nach der Art einer Rollmembran ab. Gewöhnlich werden vier Knochenschrauben mit einem gemeinsamen Bügel 10 verbunden und stabilisieren auf diese Weise den Knochenbruch.

Figur 2 zeigt ein weiteres Endoexo-Implantat in einem Längsschnitt. Hier handelt es sich um ein Endoexo-Implantat zur Befestigung einer Beinprothese an einem Stumpf. Das Endoexo-Implantat 1 ist hier in seinen lasttragenden Elementen mehrteilig aufgebaut. An seinem proximalen Ende 11 ist es fest über einen Formschluß mit einem Formschluß mit dem Röhrenknochen 7 verbunden, mit seinem distalen Ende 12 ragt es in die Außenwelt. Der Röhrenknochen 7 ist an der Stelle 13 amputiert worden. Das distale Ende 12 des Endoexo-Implantats 1 ist mit einem Prothesenträger 11 verbunden, der die Haut durchdringt und an seinem Ende mit der Prothese verbunden werden kann. Das Endoexo-Implantat 1 ist an seinem distalen Ende 12 mit einer schlauchförmigen Schutzmembran 2 umgeben, die hier in zusammengefalteter Form 14 in der Ausnehmung 15 untergebracht ist und damit in das Körperinnere hereinreicht. An der Stelle 3 ist die schlauchförmige Schutzmembran 2 wiederum hermetisch dicht mit dem Endoexo-Implantat 1 verbunden. Die schlauchförmige

Schutzmembran 2 wird von der Zugvorrichtung 5 mit definierter Geschwindigkeit aus der Ausnehmung 15 gezogen. An der Hautdurchtrittsstelle 6 durchtritt die schlauchförmige Schutzmembran 2 die Haut und verläßt somit den Körper. Durch die Restmuskeln im Stumpf können an der Hautdurchtrittsstelle 6 Kräfte wirken, die auf die schlauchförmige und von Zellen bewachsbare Schutzmembran 2 wirken. Diese Kräfte können einen Spalt erzeugen, in den Mikroben eindringen können. Um dieses Einwirkung von Kräften zu vermeiden, ist eine Verankerung 16 vorgesehen. Sie soll die von den Restmuskeln erzeugten Kräfte aufnehmen und in den Knochen ableiten. Die Verankerung 16 wird bei der Operation durch eine Spaltung des Gewebes eingesetzt und wird dann mit dem Endoexo-Implantat 1 mechanisch fest verbunden. So werden auftretende Kräfte in den Knochen abgeleitet und können nicht auf die Hautdurchtrittsstelle 6 wirken. Zur besseren Aufnahme der Kräfte ist Verankerung 16 mit einer geeigneten Oberfläche versehen und besitzt durchwachsbare Durchbrüche.

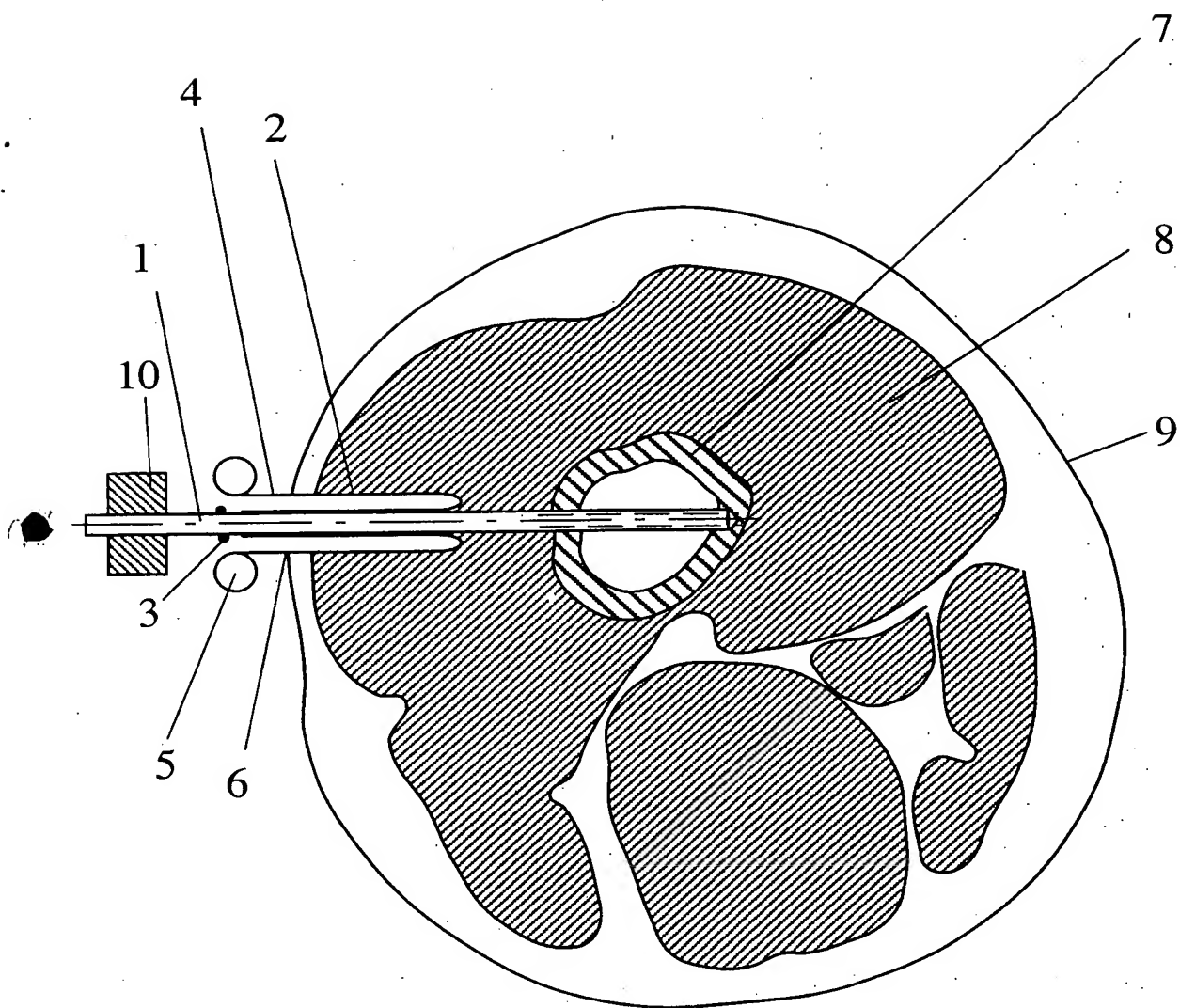
Figur 3 zeigt die Verankerung 16 in einer Aufsicht. Die Verankerung hat mehrere Flügel, an denen Gewebe anwachsen kann. Die Hautdurchtrittsstelle 6 wie in Figur 2 dargestellt kann so von Kräften freigehalten werden.

Figur 4 zeigt ein weiteres Endoexo-Implantat 1 in einem Längsschnitt. Hier handelt es sich um ein Endoexo-Implantat aus dem Bereich der Inneren Medizin. Es handelt sich um eine dauerhaft in der Bauchwand implantierte Leitung. Mit ihrem einen Ende liegt sie im Bauchraum und mit dem anderen Ende ragt sie aus dem Körper heraus. Durch diese Leitung wird die Dialyseflüssigkeit von außen in den Körper eingeleitet und auch wieder herausgeleitet. Die schlauchförmige Schutzmembran 2 ist im Inneren des Körpers an der Stelle 3 hermetisch dicht mit der Leitung 1 verbunden. Die schlauchförmige Schutzmembran 2 umgibt die Leitung 1 in gefalteter Form. Dies hat den Zweck, eine möglichst große Länge der schlauchförmigen Schutzmembran 2 im sterilen Bereich des Körpers zu halten, damit eine möglichst lange Funktionszeit erreicht werden kann. Durch den Zug der Zugvorrichtung 5 wird die Faltung aufgehoben und die schlauchförmige Schutzmembran 2 verläßt den Körper an der Hautdurchtrittsstelle 6 in gestreckter Form. Die Leitung 1 besitzt eine durchwachsbare Manschette 17, die sie im Gewebe oder Muskel 8 fixiert. Der Zug auf die schlauchförmige Schutzmembran 2 durch die Zugvorrichtung 5 wird durch ein flexibles aber drucksteifes Element 18 und über ein starres Rohr 19 durch die flexible Wand der Leitung 1 auf die durchwachsbare Manschette 17 übertragen.

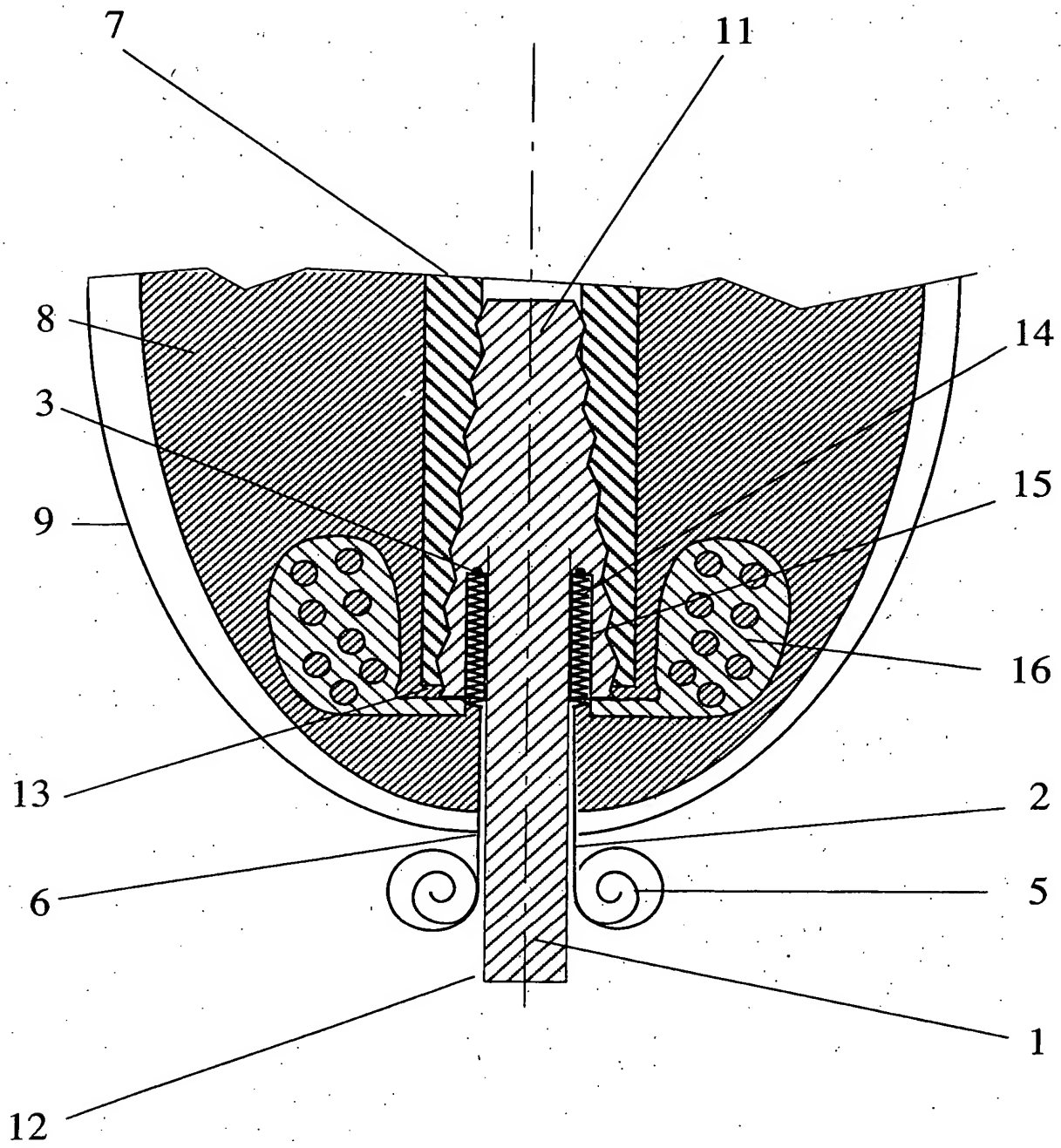
**Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Infektionsschutzvorrichtung für Endoexo-Implantate 1 gekennzeichnet durch eine schlauchförmige Schutzmembran 2, die aus dem sterilen Bereich des Körperinneren heraus in den unsterilen Außenbereich bewegt wird und so an der Hautdurchtrittsstelle 6 eine Wandbewegung von innen nach außen erzeugt, die das gegenläufige Eindringen von Mikroben verhindert.

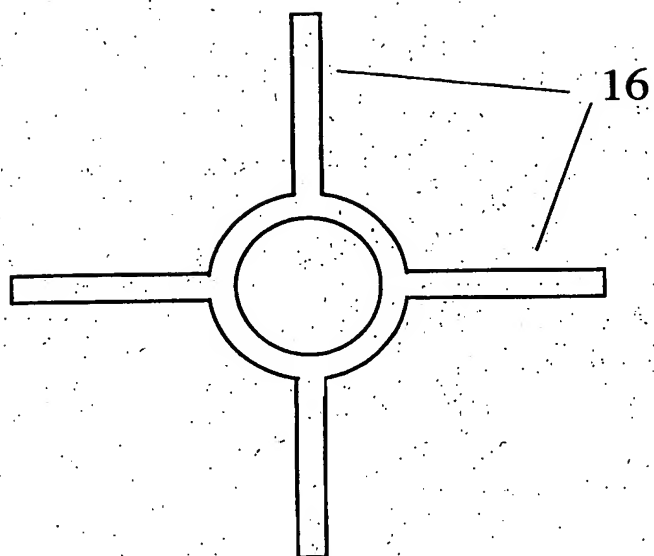




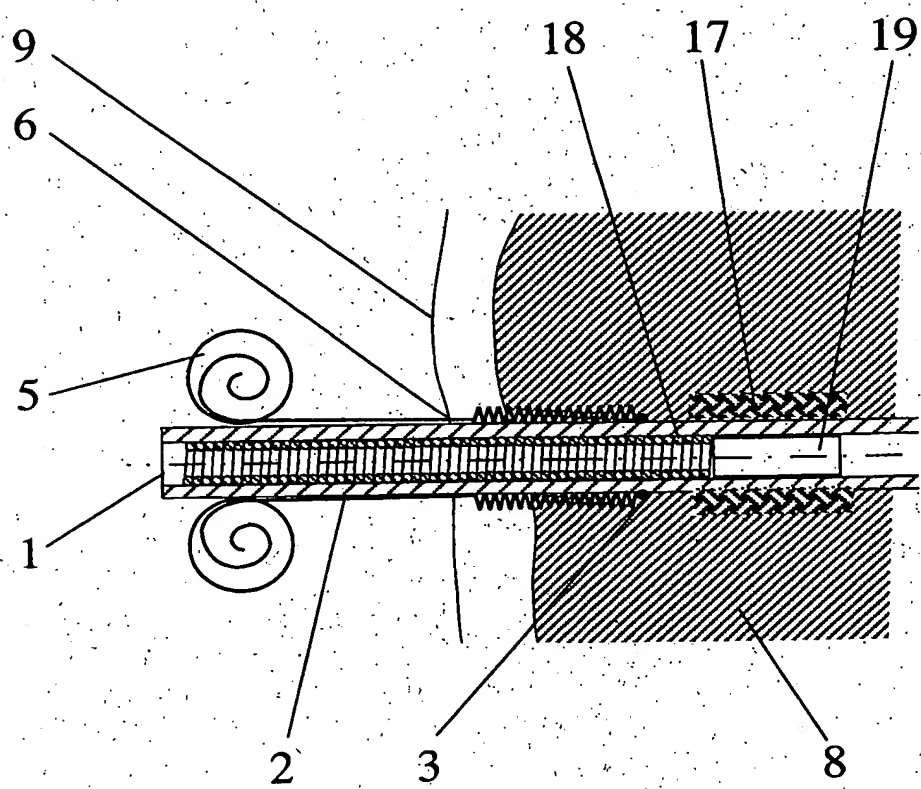
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4